Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität Bonn.
Direktor: Prof. Dr. M. Bürger.

Untersuchungen über die normale Altersabhängigkeit des Elektrokardiogrammtyps.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität zu Bonn.

*

Vorgelegt am 14. Dezember 1935

von

Hellmuth Kreutzmann

aus Wuppertal-Elberfeld.

BONN 1936.
Anton Brand, Bonn.

Meiner Mutter in Dankbarkeit.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt
mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Bonn.

Referent: Doz. Dr. med. Schlomka.

Korreferent: Prof. Dr. Bürger.

Untersuchungen über die normale Altersabhängigkeit des Elektrokardiogrammtyps.

A. Einleitung.

Eine der noch ungeklärten und zum Teil lebhaft umstrittenen Fragen der klinischen Elektrokardiographie ist die, ob und inwieweit es möglich ist, aus der Form der Herzstromkurve einen Rückschluß zu tun auf eine abnorme haemodynamische Beanspruchung und die damit schließlich gegebene anatomische Umstellung der beiden Herzkammern. Dieser Streit um den Wert der sogenannten „Überwiegenskurven" geht zurück auf gewisse von Einthoven gemachte Beobachtungen: er fand bei Störungen der Haemodynamik mit alleiniger oder überwiegender Hypertrophie der linken Herzkammer oft im Verhalten der Kammeranfangsschwankungen der Herzstromkurve von der „Norm" in bestimmter Richtung abweichende Bilder und in dazu gegensinniger bei rechts überlastetem Herzen. Diese Angaben sind zwar in der Folgezeit nicht nur mehrfach bestätigt, sondern darüber hinaus als klinisch, diagnostisch verwertbare Regeln hingestellt worden. Demgegenüber ist aber von anderen Forschern der praktische Wert der „Überwiegensbilder" des Ekg's für die Diagnostik des Einzelfalles auf Grund klinischer oder anatomischer (Herrmann und Wilson) Untersuchungen sehr skeptisch beurteilt oder sogar entschieden (jüngst z. B. von Hengstmann) bestritten worden. Bisher ist es aber nicht möglich gewesen, aus dem von den Vertretern der beiden entgegengesetzten Anschauungen beigebrachten Untersuchungsmaterial, positive Gesichtspunkte für die klinische Elektrokardio-

graphie mit genügender Sicherheit abzuleiten. Dagegen weist das Studium des einschlägigen Schrifttums unter anderen zunächst auf folgende zwei Möglichkeiten, die als Ursache für die Widersprüche in der theoretischen wie praktischen Bewertung der „Überwiegenskurven" des Ekg's in Frage kommen, nämlich Unklarheiten grundsätzlicher Art: und zwar einmal hinsichtlich der begrifflichen und praktischen Abgrenzung der Überwiegenskurve; sodann in bezug auf die kardio- und haemodynamische Abgrenzung bzw. Bedingungen der „Norm".

I. Denn bisher sind die Begriffe bzw. Bilder der „Überwiegensform" weder einheitlich noch scharf umschrieben abgegrenzt. Es werden bislang als Linksüberwiegenskurven im allgemeinen etwa solche gewertet, bei denen in Ableitung 1) die Initialschwankung „groß" bzw. „stark" positiv, in Ableitung 3) dagegen „relativ" stark bzw. „zu stark" negativ ist. Welche Werte aber als „relativ groß" oder „zu stark" anzusehen sind, wird von den Untersuchern teils überhaupt nicht erörtert, teils recht unterschiedlich angegeben. Außerdem bestehen zum Teil noch Meinungsverschiedenheiten bzw. fehlen Angaben darüber, ob etwa bei der Bewertung der Ausschläge nach unten von der Isoelektrischen die Q-Zacke oder nur die S-Zacke mit zu berücksichtigen ist. Die gleichen Unterschiedlichkeiten bzw. Unklarheiten bestehen bezüglich der Abgrenzung der „Rechtsüberwiegenskurven", wenn diese nur durch einen verhältnismäßig „großen" negativen Initialkomplex (nach manchen Autoren nur S) in Ableitung 1 bei zu großen „positiven" Ausschlägen in Ableitung 3 umschrieben werden.

Angesichts dieser Sachlage erscheint es als dringendes Bedürfnis, ja wohl als Voraussetzung für das Arbeiten auf diesem Gebiet, die Begriffe der „Überwiegenskurve" eindeutig festzulegen, d. h. zahlenmäßig faßbar zu machen. Solche Versuche sind nun zwar schon von Lewis und von White gemacht worden. Die von den beiden Autoren angegebenen Indizes haben sich jedoch bei der Klärung der Frage nach

Wesen und Wert der „Überwiegenskurve“ nicht bewährt. Sie konnten es auch nicht, da beide Indizes tatsächlich nicht eindeutig sind. Der Grund liegt darin, wie z. B. schon Pardee betonte, daß beide Indizes absolute Zahlwerte angaben und damit nicht nur von den „Gleichgewichtsverhältnissen“ der Herzkammern, sondern ganz wesentlich von der Ausschlagsgröße der Kammeranfangsschwankung als solcher bestimmt sind. Es folgt daraus, daß eine zur Kennzeichnung der „Überwiegenskurven“ geeignete Maßzahl nur ein Relationswert sein kann. Aus diesen Überlegungen heraus hat deshalb Schlomka folgenden „Typenindex“ (TI) gebildet:

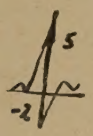
$$TI = \frac{(O_1 + U_1) - (O_3 + U_3)}{[(O + U)\ \max]}$$

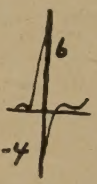
Dabei bedeutet O den größten Ausschlag der Kammeranfangsschwankung nach oben, ausgedrückt in positiven Zahlen (mm oder V.), U den größten Ausschlag der Kammeranfangsschwankung nach unten von der isoelektrischen Linie und ausgedrückt in negativen Zahlen; die angeführten Zeichen 1 bzw. 3 geben dann die jeweilige Ableitung (1 oder 3) an. In den Nenner [(O + U) max] wird von den beiden Summanden (O + U) der jeweils größte mit seinem absoluten Wert, also ohne Berücksichtigung des Vorzeichens, eingesetzt.

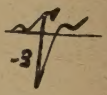
Aus der Struktur dieses Indexes folgt: Werte von +1 und darüber sind auf jeden Fall „linkstypisch“ bzw. „linksüberwiegend“ in dem Sinne der bisher üblichen Beschreibung. Zahlen unter −1 entsprechen dagegen sicher einem „Rechtstyp“ bzw. „einem Rechtsüberwiegen“. Innerhalb dieser von Schlomka als absoluter Rechts- bzw. Linkstyp gekennzeichneten Grenzen kommt dem Ekg umsomehr der Charakter eines relativen Linkstyp zu, je mehr der Index sich (von Null aufwärts) dem Werte +1 nähert; umgekehrt der eines

relativen Rechtstyps, je weiter er sich (von 0) in der Richtung nach —1 entfernt. Zur Veranschaulichung dessen mögen folgende zwei Beispiele dienen:

I. Abl. 1 Abl. 2 Abl. 3



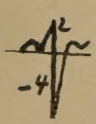


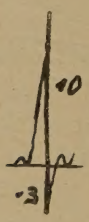


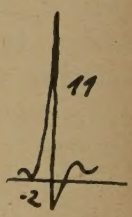
$$I_1 = \frac{(O_1 + U_1) - (O_3 + U_3)}{[(O + U)\ \max]} = \frac{(5 - 2) - (1 - 3)}{[(O + U)\ \max]}$$

$$= \frac{3 + 2}{3} = \frac{5}{3} = \underline{1{,}67}$$

II. Abl. 1 Abl. 2 Abl. 3







$$I_1 = \frac{(O_1 + U_1) - (O_3 + U_3)}{[(O + U)\ \max]} = \frac{(2 - 4) - (11 - 2)}{[(O + U\ \max)]}$$

$$= \frac{-2 - 9}{9} = -\frac{11}{9} = -\underline{1{,}22}$$

I. TI = + 1,67 als Ausdruck eines (absolusen) Linkstyps.

II. TI = — 1,22 als Zeichen eines (absoluten) Rechtstyps.

Aus der Struktur des Index folgt weiter, daß beim Vergleich zum Beispiel zweier Indizes a und b positive Differenzwerte (a — b) a als stärker linkstypisch gegenüber b kennzeichnen, negative dagegen als stärker rechtstypisch bzw. weniger linkstypisch. Aus der Struktur des Indexes geht zugleich hervor, daß solche Abweichungswerte (z. B. zweier Indizes voneinander) umsomehr bedeuten, je größer der Bezugsindex (in vorstehendem Beispiel a) in seinem absoluten Zahlwert ist. Denn aus der Formel des Indexes ergibt sich, daß seine (maximalen) Grenzen bei +2 bzw. —2 liegen; und damit folgt, daß z. B. bei gegebener Größe des einen Summanden (im Zähler) gleich große Veränderungen im Werte sich zahlenmäßig im Indexwert um so kleiner äußern, je mehr der Index sich dem Grenzwert ±2 nähert.

Obwohl dieser Typenindex von Schlomka sich schon bei der Klärung gewisser Fragen der Kreislaufpathologie durch Schlomka und Schulze bewährt hat, wurde derselbe aus theoretischen Gründen für die Zwecke der vorliegenden Untersuchungen von Schlomka noch erweitert. Denn um gewissen von vornherein nicht übersehbaren Fehlern nach Möglichkeit zu begegnen, schien es ratsam, die Beurteilung des Typs der Herzstromkurve nicht nur auf Abl. 1 und Abl. 3, sondern auf alle drei Ableitungen zu gründen. Zu diesem Zweck wurden von Schlomka die Beziehungen zwischen Abl. 1 und Abl. 2 und die zwischen Abl. 2 und Abl. 3 in ganz ensprechender Weise wie die zwischen 1 und 3 formuliert und folgendermaßen zu einem Gesamtindex I_2 (gegenüber dem nur Abl. 1 und Abl. 3 berücksichtigen den I_1) vereint.

$$I_1 = \frac{(O_1 + U_1) - (O_3 + U_3)}{[(O + U) \text{ max.}]}$$

$$I\alpha = \frac{(O_1 + U_1) - (O_2 + U_2)}{[(O + U) \text{ max.}]}$$

$$I\beta = \frac{(O_2 + U_2) - (O_3 + U_3)}{[(O + U) \text{ max.}]}$$

$$I_2 = I_1 + I\alpha + I\beta$$

Dessen Berechnung für die obigen zwei Beispiele sich folgendermaßen gestaltet:

I.

$$I_1 = \frac{(5 - 2) - (1 - 3)}{[(O + U) \text{ max.}]} = \frac{3 + 2}{3} = \frac{5}{3} = \underline{1{,}67}$$

$$I\alpha = \frac{(5 - 2) - (6 - 4)}{[(O + U) \text{ max.}]} = \frac{3 - 2}{3} = \frac{1}{3} = \underline{0{,}33}$$

$$I\beta = \frac{(6 - 4) - (1 - 3)}{[(O + U) \text{ max.}]} = \frac{2 + 2}{2} = \frac{4}{2} = \underline{2{,}0}$$

$$I_2 = I_1 + I\alpha + I\beta = 1{,}67 + 0{,}33 + 2{,}00 = 4{,}00$$

II.

$$I_1 = \frac{(2 - 4) - (11 - 2)}{[(O + U) \text{ max.}]} = \frac{-2 - 9}{9} = \frac{-11}{9} = -\underline{1{,}22}$$

$$I\alpha = \frac{(2 - 4) - (10 - 3)}{[(O + U) \text{ max.}]} = \frac{-2 - 7}{7} = \frac{-9}{7} = -\underline{1{,}29}$$

$$I\beta = \frac{7 - 9}{9} = -\frac{2}{9} = -\underline{0{,}22}$$

$$I_2 = I_1 + I\alpha + I\beta = -1{,}22 - 1{,}29 - 0{,}22 = -\underline{2{,}73}$$

Aus diesen Beispielen und aus der Struktur von I_2 folgt, daß auch für diesen Null den Grenzwert zwischen „Rechts- und Linkstyp“ darstellt. Dagegen besteht eine scharfe Begrenzung nach oben und unten von Null nicht, praktisch jedoch etwa bei $\pm$ 4,2 bis $\pm$ 4,3. Ebenso folgt, daß der Unterschied zwischen absolutem Rechts- bzw. Linkstyp nicht ohne weiteres ablesbar ist. (Praktisch jedoch bei — bzw. +2 liegen dürfte.) Während also I_2 infolge seines weiteren Grenzbereiches in statistischer Hinsicht zahlenmäßig eine größere Ausdrucksfähigkeit besitzt, eignet ihm für eine evtl. klinische Auswertung der Nachteil einer geringeren Anschaulichkeit.

II. In bezug auf die zweite eingangs hervorgehobene Unzulänglichkeit der bisherigen Untersuchungen auf dem in Frage stehenden Gebiet drängt sich folgende Tatsache eindringlich auf: In keiner der bisherigen Arbeiten auf dem Gebiete des „Überwiegens"-Ekg's ist dem Umstand Rechnung getragen worden, daß die Annahme oder Voraussetzung eines allgemeinen (kardio- und haemodynamischen) „N o r m"-Zustandes eine völlig unbewiesene und ganz unwahrscheinliche Fiktion ist. Denn die Ergebnisse der Altersphysiologie lehren einmal unzweifelhaft, daß wesentliche Teile des Kreislaufsystems sich in ihrer physikochemischen Struktur g e s e t z m ä ß i g wandeln (B ü r g e r und S c h l o m k a) und gleichzeitig funktionell in für die Dynamik des Herzens grundlegendem Maße ändern. (Z. B. S a l l e r). Ebenso findet aber auch morphologisch in einer den Anatomen längst bekannten Weise am Herzen selbst von der Jugend an eine ständige Verschiebung der Massenverhältnisse der beiden Herzkammern zu Gunsten der linken statt. Entgegen den bisher stillschweigend gemachten Voraussetzungen war damit von vornherein recht wahrscheinlich, daß auch das Ekg. als Teilausdruck der funktionellen Gesamtlage des Herzens in seinem „N o r m t y p" bezüglich des Rechts- oder Linksüberwiegens a l t e r s b e d i n g t sei. Dieser Folgerung entspricht zudem ein Eindruck, der sich klinisch bei der Bewertung von Herzstromkurven gesunder Menschen immer wieder aufdrängt. Es ergab sich damit als Vorarbeit für eine klinische Auswertung der Herzstromkurven in bezug auf die Gleichgewichtsverhältnisse der beiden Herkammern folgende Aufgabe: Lassen sich mit Hilfe der von S c h l o m k a entwickelten Indizes bei Herz- und Kreislaufgesunden für die verschiedenen Altersstufen im Ekg. bestimmte Verhaltungsweisen feststellen und so herausheben, daß sie als „Norm"-Werte dienen können?

B. Untersuchungsmaterial und Untersuchungsmethode.

Die Elektrokardiogramme, an denen diese Untersuchungen ausgeführt wurden, entstammen zum allergrößten Teil dem in den letzten Jahren gesammelten Kurvenmaterial des Archivs der Herzabteilung der Medizinischen Poliklinik in Bonn. Aus letzterem wurden die Herzstromkurven aller derjenigen herausgesucht, welche subjektiv und objektiv (klinisch und radiologisch) kreislaufgesund waren; insbesondere wurde auch darauf geachtet, daß die Röntgenuntersuchung der Brustorgane keinerlei krankhaften Befund ergeben hatte, die möglicherweise die Haemodynamik des Herzens (Emphysem, Tuberkulose, Silikose, Wirbelsäulenverbiegung) beeinflussen könnten. In den jüngeren und mittleren Altersgruppen handelt es sich dabei zu einem beträchtlichen Teil um Personen, die für Leistungsprüfungen sportlicher Art pflichtmäßig untersucht worden waren. Das Material für die höheren und höchsten Altersstufen entstammt dagegen zum größten Teil Untersuchungen, die mit Hilfe der „Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft“ und durch das liebenswürdige Entgegenkommen von Herrn Dr. Fleckert an gesunden Insassen des großen Altersheims in Köln-Riehl von einer Arbeitsgemeinschaft der Bonner Poliklinik durchgeführt werden konnten. Eine weitere Anzahl von für die vorliegenden Zwecke verwertbarem Greisenelektrokardiogrammen stellte uns sodann in dankenswerter Weise Herr Professor Bürger aus seiner eigenen (im wesentlichen dem Stadtkrankenhaus Osnabrück entstammenden) Sammlung zur Verfügung. Speziell im Hinblick auf die Elektrokardiogramme der hohen und höchsten Altersstufen sei bezüglich der „Norm“-Auswahl und Begrenzung folgendes nachgetragen: verwertet wurden nur solche Ekg'e, bei denen die Kammeranfangsschwankung nicht über 0,1 sec. (bei sehr großen Ausschlägen mit Pardee nicht über 0,12 sec.) breit war, und keine größeren Aufsplitterungen im Gipfelgebiet zeigte. Ausgeschlossen wurden ebenfalls alle die Fälle mit negativem T_1 oder nega-

tivem T_2 und T_3 und Verlauf des Zwischenstücks zwischen S u. T unter der Isoelektrischen in Abl. 1 oder Abl. 2. Hinsichtlich der Herzrhythmik haben wir vereinzelt auftretende Extrasystolen nicht als krankhaft bewertet.

Bezüglich des für die Haemodynamik so wichtigen Verhaltens des arteriellen Blutdruckes haben wir uns grundsätzlich an die von Saller gegebenen Zahlen gehalten, die obere der von ihm angegebenen Grenze aber um etwa 30% tiefer verlegt, um ganz sicher zu gehen. Die Herzstromkufven selbst sind größtenteils mit dem Edelmann'schen Saitengalvanometer aufgenommen, etwa 20%, darunter die meisten Greisenelektrokardiogramme stellen dagegen Spannungs-Ekg'e dar (transportabler Apparat von Siemens). Die Bestimmung der Indizes selbst wurde so durchgeführt, daß die notwendigen Werte O und U in jeder Ableitung an einer größeren Anzahl (5 bis 8) Einzel-Ausschlägen gemessen und dann daraus die Werte für den Einsatz in die Berechnungsformel gemittelt wurden. Es geschah dieses deshalb, um Fehlermöglichkeiten auszuschalten, die darin gegeben sind, daß die Größe der Kammerausschläge mit der Atmung, namentlich bei an sich kleinen Amplituden in Abl. 3, gelegentlich deutlich schwankt. Die Messungen geschahen von der Mitte des Isoelektrischen aus; auf diese Weise wird das Ergebnis von der zufälligen Breite der Grundkurve unabhängig, und es werden Fehler vermieden, die sonst bei an sich kleinen Ausschlägen in einer Ableitung den Indexwert beträchtlich fälschen können.

C. Ergebnisse.

I.

Auf diese Weise wurden insgesammt 456 Herzstromkurven auf das „Norm"-Verhalten des Typenindexes ausgewertet. Zunächst geschah dieses gemäß den oben gemachten Ausführungen in bezug auf die vermutete Altersabhängig-

keit des Überwiegensbildes des normalen Ekg's. Eine solche ergibt in der Tat schon die folgende Tabelle 1:

Tabelle 1.

Alter	Häufigkeit von $I_1 < -1$, d. h. von absoluten Rechtstypen		Häufigkeit von $I_1 > +1$, d. h. von absoluten Linkstypen		Anzahl der Fälle
	absolut	relativ	absolut	relativ	
5—15 J.	6	15 %	6	15 %	40
16—25 „	8	10 „	1	1 „	78
26—35 „	1	2 „	16	23 „	69
36—45 „	1	1 „	27	39 „	70
46—55 „	0	0 „	29	38 „	72
56—65 „	0	0 „	32	48 „	66
66—75 „	0	0 „	19	62 „	31
>75 „	0	0 „	27	90 „	30

Ihr zufolge nimmt einerseits die relative Häufigkeit von Ekgen, wie sie bisher als „Rechtsüberwiegens"-Form meist beschrieben sind (d. h. also Indexwerte von −1,0 bis −2,0), mit dem Alter rasch bis (bei etwa 50 Jahren) auf Null; umgekehrt steigt das prozentuale Vorkommen von absoluten Linkstypen (mit I_1 zwischen +1,0 und +2,0), d. h. der bisher meist unter dem Begriff des Linksüberwiegens gemeinten Form mit dem Alter schließlich bis auf 90 % an.

Eine Bestätigung und zugleich einen weiteren Einblick in die Altersabhängigkeit der Typenformen der Herzstromkurve gibt dann Tabelle 2 (s. S. 13).

Ihr zufolge gilt nämlich die gleiche Altersbedingtkeit nicht bloß für das Vorkommen von absoluten Rechts- bzw. Linkstypen, sondern von Rechts- bzw. Linksformen überhaupt; von der zweiten Hälfte des 5. Lebensjahrzehntes kommen auch relativ rechtstypische Herzstromkurven (in unserem Material) überhaupt nicht mehr vor. Umgekehrt finden sich von der zweiten Hälfte des 6. Dezenniums nur (mindestens relativ) linkstypische Ekg'e, derart, daß auch der

kleine Prozentsatz von Intermediärtypen mit zufällig gerade +0 betragendem Index in den höheren Altersstufen verschwindet.

Tabelle 2.

Altersstufe	Von Fällen sind: (—) d. h. < 0			(+) d. h. > 0		(0,00) d. h. ±	
		Fälle	%	Fälle	%	Fälle	%
5—15	40	24	60	15	37	1	3
16—25	78	53	68	21	27	4	5
26—35	69	24	35	43	62	2	3
36—45	70	23	33	45	64	2	3
46—55	72	9	13	60	83	3	4
56—65	66	—	—	64	97	2	3
66—75	31	—	—	31	100	—	—
über 75	30	—	—	30	100	—	—

Zugleich lehrt die Tabelle 2 schon ein Weiteres: auch innerhalb des bisher für die Beurteilung der Überwiegensfrage (mit ganz wenigen Ausnahmen wie z. B. Bacq) überhaupt nicht beachteten und vielmehr als normal bezeichneten Formkreises der relativen Rechts- bzw. Linkstypen besteht grundsätzlich die gleiche Alterstendenz in Richtung zum Linkstyp. Damit erweist zugleich schon hiermit der von Schlomka angegebene Typenindex seine Überlegenheit als Hilfsmittel der typenmäßigen Bewertung des Ekg's gegenüber den bisherigen Verfahren.

Voll bestätigt werden diese Folgerungen und die bisherigen Ergebnisse durch die Daten der Tabelle 3, welche die für die einzelnen Altersstufen unseres Materials ermittelten Durchschnittswerte für I_1 und I_2 enthält.

Tabelle 3.

Zahl der Fälle	Alter Breite	Durchschnitt	Index I_1	Index I_2	Blutdruck syst.	Blutdruck diast.
40	6—15	10	−0,08	−0,11	105	60
78	16—25	21	−0,35	−0,62	115	55
69	26—35	30	+0,34	+0,79	120	75
70	36—45	40	+0,48	+1,09	130	77
72	46—55	50	+0,76	+1,59	145	80
66	56—65	60	+0,88	+2,25	145	80
31	66—75	70	+1,11	+2,33	145	90
30	über 75	82	+1,34	+3,11	155	90
456	Durchschnitt	42	+0,48	+1,11	130	74

In den beiden ersten Altersgruppen sind die Indexmittelwerte negativ; in der dritten werden sie positiv und steigen von da ab in den weiteren Altersstufen kontinuierlich bis auf stark positive Werte an. Es besagt dies folgendes: bis zur ersten Hälfte des zweiten Lebensjahrzehntes ist die Herzstromkurve des Gesunden im Durchschnitt relativ rechtstypisch; von da ab wird sie mit steigendem Alter relativ linkstypisch und etwa von der zweiten Hälfte des 6. Dezenniums ab im Mittel sogar absolut linkstypisch.

Daß diese Befunde tatsächlich eine allgemeine Gesetzmäßigkeit in der normalen Altersgestaltung der Herzstromkurve darstellen, belegt dann des weiteren Tabelle 4; in ihr sind die ersten 416 von uns ausgewerteten Ekg'e für die beiden Geschlechter getrennt auf das Altersverhalten der Typenindizes untersucht (s. S. 15): trotz der auf diese Weise (namentlich für die Frauen sehr erheblich) zahlenmäßig schwächer besetzten einzelnen Altersgruppen ergeben sich in Richtung und Größe praktisch die gleichen Index-Durchschnittswerte, und zwar sowohl für die beiden Geschlechter, wie auch im Vergleich zu den Altersstufen des etwas vergrößerten Gesamtmaterials der Tabelle 3.

Tabelle 4.

Alter-Breite	Durchschnitt m.*)	Durchschnitt w.*)	Index I_1 m.	Index I_1 w.	Index I_2 m.	Index I_2 w.	Blutdrucksystol m.	Blutdrucksystol w.	Zahl der Fälle m.	Zahl der Fälle w.
16—25	21	20	−0,49	+0,04	−0,87	+0,10	115	115	58	20
26—35	30	30	+0,34	+0,35	+0,81	+0,74	125	120	49	20
36—45	40	40	+0,44	+0,57	+1,09	+1,11	130	130	50	20
46—55	50	50	+0,74	+0,72	+1,62	+1,53	140	140	52	20
56—65	60	60	+1,06	+0,85	+2,34	+2,04	140	145	46	20
66—75	70	71	+1,21	+0,95	+2,61	+1,81	145	150	20	11
über 75	81	84	+1,34	+1,43	+3,08	+3,19	150	160	21	9

*) m. = männlich; w. = weiblich.

II.

Die bisherigen Untersuchungen haben somit die Hauptfragen der vorliegenden Untersuchungen eindeutig geklärt, und zwar positiv und im vermuteten Sinne: das typenmäßige „Normal"-Bild der Herzstromkurve des gesunden Menschen erfährt mit fortschreitendem Alter eine stetige Verschiebung vom relativen Rechts- bis zum absoluten Linkstyp. Damit ergibt sich für die ganze Frage der klinischen Bewertung der „Überwiegenstypen" des Ekg's eine grundsätzliche Umstellung. Um diese jedoch zu vollziehen und die erhobenen Befunde zur Grundlage für die typenmäßige Auswertung der Herzstromkurve bei krankhaften Zuständen von Herz und Kreislauf machen zu können, schien es wünschenswert, nach Möglichkeit die Faktoren zu klären, welche den gefundenen Altersgang der Form des Ekg's bedingen.

In bezug auf diese Frage liegt es zunächst nahe, das Altersverhalten des Blutdrucks als wesentliche Ursache für den Gang der Indexwerte zu vermuten. Denn ganz allgemein bedeutet der mit dem Alter normalerweise (Saller) und auch an unserem Material eindeutig vorhandene (vgl. Tabellen 3 und 4) Anstieg des arteriellen Druckes eine er-

hebliche Belastung für den linken Ventrikel und könnte also unter der Voraussetzung eines nicht entsprechenden Druckanstieges im kleinen Kreislauf, die auch anatomisch geläufige Verschiebung des Herzkammergleichgewichtes zugunsten des linken Ventrikels bedingen.

In diesem Sinne zeigt nun Tabelle 5, in welcher das vorliegende Material nach Blutdrucken als solchen geordnet ist, zunächst zwar einen gleichmäßigen Anstieg der Indexwerte mit den Riva-Rocci-Zahlen.

Tabelle 5.

Blutdruck		Index			Durchschn. Alter	Zahl der Fälle
Spanne	Durchschn. syst. diast.	I_1	μ_1	I_2		
bis 95/	90 / 65	−0,07	±0,80	−0,10	14	19
„ 115/	110 / 65	+0,13	±0,91	+0,25	28	101
„ 135/	125 / 75	+0,45	±0,80	+1,60	56	179
„ 155/	145 / 85	+0,80	±0,60	+1,73	64	99
üb. 155/	160 / 90	+1,06	±0,48	+2,34	67	46

Es fällt jedoch schon auf, daß der Umfang dieses Anstieges mit + 1,13 (von −0,07 auf + 1,06) erheblich geringer ist als bei Ordnung des gleichen Materials nach reinen Altersstufen. Denn dort beträgt er nach Tabelle 3 etwa +1,5 bis +1,6, obwohl die zugehörigen Riva-Rocci-Werte nur um 40 mm gegenüber 70 mm in Tabelle 5 gestiegen sind. Diese Feststellung macht schon unwahrscheinlich, daß der normale Blutdruckanstieg den wesentlichen Faktor für den Altersgang der Typenindizes darstellt, daß vielmehr im Herzen selbst gelegenen Momenten die Hauptbedeutung zukommt. Dem entspricht, daß in Tabelle 5 der Altersanstieg bei einem Indexanstieg (für I_1) von 1,13 nur 53 Jahre beträgt. In Tabelle 2 dagegen 72 Jahre bei Zunahme von $I_1 = +1,5$ bis +1,6.

Eine Möglichkeit, diese Frage weiter zu prüfen, ergab sich auf folgendem Wege. In Tabelle 5 ist das Material für

die drei mittleren Blutdruckstufen immerhin so groß, daß eine Unterteilung desselben in verschiedene Altersgruppen innerhalb dieser einzelnen verhältnismäßig engen Blutdruckstufen zur Klarstellung der grundsätzlichen Fragen möglich erscheint.

Tabelle 6a.

Gruppe bis 115/ 100 Fälle

Alter		I_1	I_2	Zahl der Fälle
Breite	Durchschnitt			
bis 20	13	−0,29	−0,54	37
21—35	26	+0,08	+0,29	38
36—55	44	+0,54	+1,22	18
über 55	68	+1,30	+2,82	8

b.

Blutdruckgruppe bis 135/ 179 Fälle

bis 25	21	−0,14	−0,26	33
26—40	33	+0,30	+0,75	66
41—55	48	+0,67	+1,47	49
über 55	63	+1,07	+2,37	31

c.

Blutdruckgruppe bis 155/ 99 Fälle

bis 40	40	+0,45	+0,90	58
bis 60	56	+0,94	+2,13	29
über 60	71	+1,06	+2,36	32

Eine solche ergibt dann nach Tabelle 6a, b und c innnerhalb dieser drei Blutdruckgruppen einen ganz ausgesprochenen Altersanstieg der Typenindizes. In bezug auf letztere ergeben sich dagegen für die drei besonders untersuchten Blutdruckgruppen keine sicheren Unterschiede, wie sie haemodynamisch etwa in dem Sinne zu verwerten wären, daß die Indexwerte der ersten Gruppe (a) (RR unter 115) unterhalb, die der dritten (c)

(mit RR über 155) dagegen oberhalb der zweiten (b) verlaufen sollten. Wegen der Kleinheit des Materials für die einzelnen Altersstufen (namentlich der Blutdruckgruppe I und III) läßt sich zwar eine gewisse Bedeutung auch des normalen Altersanstieges des Blutdruckes für das Linkstypischwerden des Ekg's nicht ausschließen. Positiv folgt aber aus den Daten der Tabelle 6 (in Bestätigung der bisherigen Ergebnisse), daß der charakteristische Altersgang des „Normtyps der Herzstromkurve hinsichtlich der „Überwiegens"verhältnisse ganz wesentlich bedingt ist durch nicht haemodynamisch bedingte Altersveränderungen im Herzen bzw. seiner Tätigkeit.

III.

Durch die letzt beschriebenen Befunde ist aber eine weitere Vorbedingung einer klinischen Bewertung des typenmäßigen Verhaltens der Herzstromkurve geklärt worden. Denn gerade angesichts der Tatsache, daß der normale Altersgang des Ekg'typs im wesentlichen nicht haemodynamisch bedingt ist, erscheinen die Voraussetzungen besonders günstig, von diesen Vergleichsgrundlagen aus das typenmäßige Verhalten der Herzstromkurve unter abnormen haemodynamischen Bedingungen zu untersuchen und für die Klinik verwertbar zu machen. Für ein solches Unternehmen notwendig ist jedoch weiterhin die Klärung der Streuungsverhältnisse der Typenindizes innerhalb der einzelnen Altersstufen um die ermittelten Durchschnittswerte. Denn die evtl. Normgrenzen der Typenindizes für die verschiedenen Altersstufen werden sich zwar wohl erst nach Klärung der Verhältnisse unter krankhaften Bedingungen formulieren bzw. abschätzen lassen. Voraussetzung für einen solchen Versuch und überhaupt für die Bewertung irgendwelcher unter abnormen Kreislaufbedingungen von den ermittelten „Normwerten" abweichenden Befunde ist eine genügende Kenntnis der Streuungsverhältnisse um die gemittelten Normwerte und

damit auch des (statistischen) Unsicherheitsmaßes der letzten selbst.

Zu diesem Zweck wurde deshalb zunächst für die einzelnen Altersstufen die „mittlere quadratische" Streuung μ um den zugehörigen Durchschnittswert M ermittelt und aus ihnen dann unter Berücksichtigung der Anzahl (n) der in jeder Gruppe vorhandenen Fälle die „mittlere quadratische" Streuung des Mittelwertes M selbst als μ_m (nach der Formel $\mu_m = \frac{\mu}{\sqrt{n}}$) berechnet.

In bezug auf letztere ergibt dann Tabelle 7 sowohl für I_1 wie für I_2 in allen Altersstufen verhältnismäßig gleiche und im ganzen relativ kleine Werte. Daraus folgt zunächst, daß jedenfalls vom vierten Dezennium ab die Unterschiede der Indexwerte von Altersstufe zu Altersstufe statistisch als gesichert angesehen werden müssen; d. h. auch ohne Berücksichtigung des regelmäßigen Altersganges der Indexwerte sind diese statistisch an sich nicht irgendwie als zufällig bedingt denkbar. Für den Unterschied zwischen dritter und vierter Stufe gilt dies zwar nicht, wohl aber wieder für den zwischen zweiter und dritter.

Tabelle 7.

	I_1			I_2		
Alter	M	μ	μ_m	M	μ	μ_m
10 J.	−0,08	±0,85	±0,13	−0,11	±1,79	±0,28
21 J.	−0,35	±0,66	±0,07	−0,62	±1,29	±0,15
30,5 J.	−0,34	±0,72	±0,09	+0,79	±1,41	±0,17
40,5 „	+0,48	±0,80	±1,00	+1,09	±1,70	±0,20
50,7 „	+0,76	±0,56	±0,07	+1,59	±1,44	±0,17
60,3 „	+0,88	±0,53	±0,07	+2,25	±1,24	±0,15
70,5 „	+1,11	±0,44	±0,08	+2,33	±1,03	±0,18
82,5 „	+1,34	±0,32	±0,06	+3,11	±0,77	±0,14
42 J.[1])	+0,48	±0,83	±0,03	+1,11	±1,67	±0,08

[1]) Durchschnitt aller Altersgruppen.

Darüber hinaus aber ergibt sich aus dem Werte für μ_m in bezug auf die scheinbar aus dem regelmäßigen Altersgang der Indexwerte herausfallenden Zahlen für die erste und zweite Gruppe folgendes: Wegen des relativ großen Wertes von μ_m in der ersten Altersgruppe beträgt der mittlere quadratische Fehler der Differenz von I_1 in dieser Altersklasse $(-0{,}35 - (-0{,}8) = -0{,}27)$ als μ Diff. $= \sqrt[2]{0{,}13^2 + 0{,}07^2} = \pm 0{,}15$. Für I_2 findet sich entsprechend Diff. $= -0{,}51 \pm 0{,}32$; d. h. die zwischen diesen beiden Gruppen bestehende und aus dem sonstigen Altersgang allein herausfallende Differenz beträgt noch nicht das Doppelte ihres mittleren Fehlers. Sie kann deshalb nach den Gesetzen der Statistik als möglicherweise, ja mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit besonders im Hinblick auf I_2 rein als z u f a l l s b e d i n g t angesehen werden.

In bezug auf die Streung der Einzelwerte selbst um die zugehörigen Mittelwerte fällt sowohl für I_1 wie für I_2 auf, daß sie mit steigendem Alter ganz wesentlich und fast gleichmäßig abnimmt. Es legt das die für die klinische Praxis evtl. wichtige und vor allem auch altersphysiologisch interessante Vermutung nahe, daß die im Ekg sich spiegelnden Gleichgewichtsverhältnisse der beiden Herzkammern mit steigendem Alter stabiler werden. Dieses auffällige Verhalten von μ läßt jedoch noch eine andere Deutung zu: wie eingangs ausgeführt, liegt es in der Struktur der Indizes, daß die Abweichungen von einem Bezugswert um so mehr bedeuten, je weiter letzter von Null entfernt ist; bzw. umgekehrt würde das besagen, daß tatsächlich gleichwertige Abweichungen physiologischer oder pathologischer Art sich r e i n z a h l e n m ä ß i g um so weniger am Index auswirken, je weiter der betreffende Bezugs- oder Normwert des Index von Null entfernt ist, d. h. es bestand die Möglichkeit, daß das eigentümliche Verhalten der Werte von μ weniger der Ausdruck bestimmter Altersauswirkungen an sich, als vielmehr die Folge der Struktur der Indizes als solcher war. Eine solche Vermutung findet zunächst schon

darin eine Stütze, daß sich auf diese Weise der für die zweite Altersgruppe auffallend niedrige und aus einem reinen Altersgang der μ-Zahl herausfallende Wert von 0,66 im ganzen den übrigen einordnet.

Zur Klärung dieser Frage lag es deshalb nahe zu untersuchen, ob sich die Werte von μ als Funktion der Größe der zugehörigen Mittelwerte M erweisen lassen. Als Ausgangspunkt hierfür schien am geeignetsten die Formulierung, daß (vermutlicherweise) der gefundenen Streuungszahl ein um so größeres Gewicht zukommen wird, je weiter der zugehörige Mittelwert von Null entfernt ist, d. h. es kam darauf an, die einzelnen μ-Werte mit einem Faktor zu multiplizieren, der in geeigneter Form eine Funktion des Abstandes des jeweiligen Mittelwertes von Null darstellte. Letzteres schien am einfachsten gegeben durch die Formulierung des Faktors zu $(1 + [I_1])$ für I_1 und zu $(1 + \left\lceil \frac{I_2}{2} \right\rceil)$ für I_2: Auf diese Weise erhalten dann alle Abweichungen z. B. von einem angenommenen oder gegebenen Mittelwert Null nur ihr einfaches „Gewicht", solche von einem Durchschnittswert ±2 bei I_1 (bzw. ±4 bei I_2 dagegen ihr dreifaches „Gewicht".

Die unter diesem Gesichtspunkt aequivalent gemachten Streuungen $(\mu_1 \cdot (1 + [I_1]))$ bzw. $(\mu_2 \cdot \left[1 + (\frac{I_2}{2})\right])$ zeigen in der Tat nach Tabelle 8 ein auffallendes Gleichbleiben in allen Altersstufen.

Tabelle 8.

Alter	I_1	μ_1	$([\mu_1[1+I_1])$	I_2	μ_2	$\mu_2 (1+\left\lceil \frac{I_2}{2} \right\rceil)$
10 J.	−0,08	±0,85	±0,91	−0,11	±1,79	±1,90
21 „	−0,35	„ 0,66	„ 0,90	−0,62	„ 1,29	„ 1,68
30,5 „	+0,35	„ 0,72	„ 0,91	+0,79	„ 1,41	„ 1,97
40,5 „	+0,48	„ 0,80	„ 1,18	+1,09	„ 1,70	„ 2,63
50,7 „	+0,76	„ 0,56	„ 0,98	+1,59	„ 1,44	„ 2,59
60,3 „	+0,88	„ 0,53	„ 0,99	+2,25	„ 1,24	„ 2,64
70,5 „	+1,11	„ 0,44	„ 0,92	+2,33	„ 1,03	„ 2,24
82,5 „	+1,34	„ 0,32	„ 0,75	+3,11	„ 0,77	„ 1,97
		Durchschnitt	0,97 ±0,11			Durchschnitt ±2,21

Namentlich für I_1 liegen die so erhaltenen Zahlen überraschend eng um einen Mittelwert von 0,97.

Daraus folgt einmal eindeutig, daß das auffällige Verhalten der μ-Werte in der Struktur der Indizes begründet liegt, und daß dem Alterseinfluß als solchem in dieser Hinsicht nur eine geringe Bedeutung zukommen kann.

Aus dieser Feststellung ergibt sich aber sodann noch eine für spätere Vergleichsuntersuchungen bei krankhaften Herz- und Kreislaufzuständen wichtige Folgerung: Es läßt sich für jedes beliebige Alter (innerhalb des hier untersuchten Gesamtaltersbereiches) die Streuung des Normindexes ermitteln durch einfache Division der Konstanten (0,97 für I_1 bzw. 2,21 für I_2) durch $(1 + [I_1])$ bzw. $\left(1 + \left| \frac{I_2}{2} \right| \right)$.

Auf diesem Wege ergibt sich schließlich noch eine weitere für die Frage nach dem „Normalverhalten" der Herzstromkurve hinsichtlich des „Überwiegentyps" interessante Folgerung: Für den Bezugswert Null wird $\frac{0{,}97\ (1 + 0)}{0} = \pm\ 0{,}97$ oder abgerundet $= \pm\ 1{,}0$.

Rein zahlenmäßig bedeutet dieses zunächst, daß in diesem Fall die „mittlere quadratische" Streuung mit der Grenze des von Schlomka bei der Entwicklung seines Indexes beabsichtigten Kennzeichnung von relativen gegenüber absoluten Rechts- und Linkstypen zusammenfällt. Damit erweist sich einmal diese theoretisch von Schlomka abgeleitete Hervorhebung der Werte ±1 als besondere Grenzwerte nunmehr an Hand der Messungsergebnisse als berechtigt. Es folgt des weiteren zugleich, daß für die Altersgruppen mit dem „Normenwert" Null, also für die 25- bis 30jährigen, der Typenindex im Bereich vom relativen Rechts- zum relativen Linksindex streut; d. h. in diesem Alter können alle Einzelwerte innerhalb dieses verhältnismäßig weiten Bereiches auf jeden Fall wohl noch als normal gelten.

Damit aber wiederum in Übereinstimmung steht die Tatsache, daß bisher die grundlegende Bedeutung auch der relativen Überwiegenskurve für die ganze Frage des typenmäßigen Verhaltens der Herzstromkurve fast ausnahmslos nicht erkannt bzw. berücksichtigt wurde. Denn bisher ist die Orientierung irgendwelcher „Normformen" (bzw. Indizes) hinsichtlich der Frage der „Überwiegensbilder" des Ekg's des Erwachsenen fast ohne Ausnahme an Material gerade derjenigen Altersgruppen vorgenommen bzw. versucht worden (Studenten!!), für die der „Normwert" in unmittelbarer Nähe von Null liegt und damit der Bereich des Normalen in Übereinstimmung mit unseren Untersuchungen das ganze Gebiet der relativen Überwiegenskurve umfaßt. Auf diese Weise werden einerseits die bisherigen unzutreffenden Angaben über das „normale" typenmäßige Verhalten des Ekg's durch die gewonnenen Meßergebnisse selbst in dem eingangs vermuteten Sinne bestätigt. Andererseits gibt die Übereinstimmung zwischen der für diese Altersstufe von uns gefundenen zahlenmäßig besonderen Grenzwerte mit dem von den verschiedenen Autoren auf Grund des klinischen Eindrucks gewonnenen (dann aber unzulässig verallgemeinerten!) einen neuen Beleg für die Brauchbarkeit des von Schlomka entwickelten Typenindex und die Richtigkeit des vorstehend benutzten statistischen Verfahrens.

IV.

Wie eingangs dargestellt, ist bisher die Bewertung eines Ekg's hinsichtlich seines typenmäßigen Verhaltens allein unter Berücksichtigung von Ableitung 1 und 3 vollzogen worden und hat auch Schlomka (ebenso wie Lewis und White) nur diese Ableitungen zur Bildung seines Typenindexes benutzt. Aus theoretischen Gründen wurde dann von Schlomka auch Ableitung 2 zur typenmäßigen Kennzeichnung der Herzstromkurve in Form des oben entwickelten I_2 herangezogen.

Die vorangegangenen Ausführungen und Tabellen haben jedoch ausnahmslos eine volle Übereinstimmung in Richtung und relativer Größenordnung von I_1 und I_2 ergeben. Insofern führten die vorliegenden Untersuchungen demnach zu dem Ergebnis, daß der von Schlomka gebildete Typenindex I_1 trotz gewisser theoretisch möglicher Einwendungen praktisch zur Kennzeichnung der Herzstromkurve (in den allermeisten Fallen) völlig genügt. Diese Feststellung ist praktisch um so wichtiger, als der I_1 gegenüber I_2 eine erheblich einfachere Berechnungsweise und zugleich eine wesentlich größere Anschaulichkeit besitzt.

Für besondere Fragen mag indessen die Berücksichtigung von I_2 vielleicht doch eine gewisse Bedeutung erlangen. In dieser Richtung weist möglicherweise eine aus Tabelle 9 hervorgehende Tatsache.

Tabelle 9.

Alter	10	21	30	40	50	60	70	82
I_2 / I_1	1,3	1,8	2,4	2,3	2,1	2,6	2,1	2,3
$[(O_1) + (U_1)]$ mV.	8,9	7,7	8,5	8,4	8,8	9,5	10,2	11,7

Das Verhältnis von $I_2 : I_1$ liegt in den beiden unteren Altersgruppen unter dem theoretisch etwa zu erwartenden Wert von 2,0, in den folgenden dagegen oberhalb desselben. In bezug auf die Form des Ekg's besagt dieses, daß der Summand $(O_2 + U_2)$ gegenüber den beiden anderen Summanden $(O_1 + U_1)$ und $(O_3 + U_3)$ in den beiden unteren Altersstufen größer, in den folgenden dagegen kleiner ist. Es kann dieses einmal geschehen dadurch, daß sich in Ableitung 2 das Verhältnis O : U gegenüber dem jugendlichen Alter zu Gunsten von U (praktisch also wohl zu Gunsten von S gegenüber R) verschiebt; oder die Gesamtamplitude von Ableitung 2 bleibt jenseits des 30. Jahres im allgemeinen nicht mehr die größte der drei Ableitungen, wie bisher zu-

meist als „normal“ geschildert wurde. Damit lassen unsere Untersuchungen auch die speziell in bezug auf Ableitung 2 geltenden „Normvorstellungen“ als durchaus fraglich und als Folge einer unzulässigen Verallgemeinerung erscheinen.

V.

In Tabelle 9 sind schließlich noch die Werte für die Amplitude der Kammeranfangsschwankung in Ableitung 1 (= der Summe der absoluten Werte $O_1 + U_1$) für die einzelnen Altersstufen eingetragen. Es geschah dieses u. a., um mit unseren Untersuchungen Anschluß zu gewinnen an die einzige Arbeit (Linetzky), in der bisher die Beziehungen zwischen Ekg-Form und Lebensalter beim Erwachsenen zahlenmäßig untersucht wurden. Leider berücksichtigt Linetzky nur das Verhalten von Ableitung 1. Immerhin findet er in dieser Hinsicht klare Altersbeziehungen, und zwar in einer mit dem Alter bis zu einem gewissen Grade fortschreitenden Amplitudenvergrößerung der Initialschwankung. Die Daten der Tabelle 9 entsprechen damit also den älteren Befunden Linetzkys. Die Bedeutung dieser Übereinstimmung für die vorliegenden Untersuchungen scheint wesentlich im folgenden gegeben: sie verleiht unseren ja auch nur auf eine begrenzte, wenn auch verhältnismäßig große Anzahl von Fällen gegründeten Untersuchungen eine weitere Stütze in dem Anspruch auf allgemeine Bedeutung.

D. Schluß.

I.

Die vorliegenden Untersuchungen haben somit die eingangs geschilderten Vorstellungen, welche Schlomka zur Aufstellung des Typenindexes veranlaßten, als richtig bestätigt. Denn es gelang in der Tat, einen altersgebundenen Gang des „Normverhaltens" der Herzstromkurve hinsichtlich ihrer „Überwiegensform" aufzudecken und zahlenmäßig relativ zuverlässig zu umschreiben. Darüber hinaus ließen sich diese Altersgesetzmäßigkeiten erweisen als Ausdruck vorwiegend im Herzen selbst vor sich gehender und nicht haemodynamisch bedingter Wandlungen in der Beziehung der beiden Herzkammern zueinander. Die gefundenen Gesetzlichkeiten und die durch sie ermöglichte Klärung einiger bisher unzulässig gegemachter Voraussetzungen beweisen des weiteren, daß die von Schlomka entwickelten Typenindizes mindestens zur Klärung grundsätzlicher Fragen ein geeignetes Maßmittel darstellen. Damit scheinen aber in der Tat sowohl die biologischen Voraussetzungen wie auch die analytischen Mittel für die Untersuchung der Einwirkungen abnormer haemodynamischer Bedingungen auf die Form der Herzstromkurve gegeben.

II.

Unabhängig von der Bedeutung für spezielle Fragen der klinischen Elektrokardiographie kommt den erhobenen Befunden aber noch eine allgemeinere Bedeutung zu: sie liefern nämlich einen weiteren Beitrag zu den auch für die Gesamthaltung des Arztes so wichtigen Fragen der Physiologie

des Alterns. In diesem Sinne decken sie eine bisher nicht geläufige Alterswandlung des zentralen Motors auf. Über die Art dieser Altersumstellung sind allerdings zwar aus unseren Untersuchungen noch keine speziellen Schlüsse möglich. Das Eine haben sie jedoch ergeben: daß nämlich die Ursachen in irgendwelchen Altersveränderungen im Herzen selbst liegen. In dieser Hinsicht führen die vorliegenden Untersuchungen damit zu dem gleichen Ergebnis, das auf Veranlassung von Schlomka durchgeführte Forschungen Raabs über die normalen Altersveränderungen der relativen Dauer der Systole gehabt haben; denn auch die von diesem erhobenen Befunde erweisen die mit dem Alter zunehmende relative Verlängerung der Systole als ganz vorwiegenden Ausdruck im Herzen selbst mit fortschreitendem Alter sich vollziehender Umstellungen der Arbeitsform.

Herrn Privatdozent Dr. Schlomka sage ich meinen besten Dank für die freundliche Überlassung des Themas und die zahlreichen Anregungen, Herrn Professor Dr. Bürger für die Übernahme des Korreferats und die Überlassung des Materials.

Schrifttum.

Lewis:	Heart. 1914.
White:	Amer. Journ. Med. Science. 1918.
Bacq:	Arch. inter. Méd. exper. Bd. 5, 1929.
Schlomka-Schulze:	Klinische Wochenschr. 1934.
Bürger-Schlomka:	Klinische Wochenschr. 1928. Nr. 41.
Pardee:	Clinical Electrocardiography. 1928. New York.
Saller;	Ztschr. f. ges. exper. Med. Bd. 58. 1928.

Lebenslauf.

Am 14. Mai 1910 wurde ich, Hellmuth Kreutzmann, als Sohn des Apothekenbesitzers Paul Kreutzmann und seiner Ehefrau Anna geb. Voswinkel in Elberfeld geboren und am 16. Juni 1910 evangelisch getauft.

Von Ostern 1916 bis Ostern 1919 besuchte ich die Vorschule des Städtischen Realgymnasiums zu Elberfeld. Ostern 1919 kam ich auf Sexta derselben Anstalt und erhielt dort Ostern 1928 das Reifezeugnis.

Vom Sommersemester 1928 an studierte ich Medizin, zunächst drei Semester in Göttingen und später in Bonn, wo ich im Herbst 1930 die ärztliche Vorprüfung bestand. Nach zwei klinischen Semestern in Bonn studierte ich je ein Semester in Berlin und Wien, kehrte dann nach Bonn zurück und bestand hier im Herbst 1933 das ärztliche Staatsexamen. Als Medizinalpraktikant war ich in der Medizinischen Poliklinik Bonn, Prof. Dr. M. Bürger, tätig. Von dem Tage meiner Approbation an bis heute blieb ich als Volontärassistent an derselben Klinik.